

En qué consiste y qué finalidad tiene un análisis de un suelo agrícola.

La trascendental importancia del estudio del suelo se pone en evidencia si consideramos que contribuye de modo decisivo al desarrollo de las plantas mediante el ejercicio de una función múltiple: es el soporte mecánico de las mismas, sirve de depósito de reservas de agua y de sustancias nutritivas, cede a las plantas las que éstas necesitan para su desarrollo, permite que el aire pueda llegar a las raíces y es el medio de vida de ciertos microorganismos que ejercen una marcada influencia en la de los vegetales. La importancia de un perfecto conocimiento del suelo agrícola, de sus propiedades físicas y contenido en elementos nutritivos es tal que no necesita ser encomiada. Con razón se ha dicho que sin el adecuado estudio del suelo, la agricultura o la ganadería tienen mucho de aventura. Podríamos añadir que sin este conocimiento, la agricultura es el empirismo absoluto, la rutina, el arte sin ciencia, incapaz de ningún progreso substancial y profundo.

En la labor divulgadora emprendida por este Centro, venimos encareciendo a los sevillanos la necesidad y la conveniencia del análisis o estudio de sus suelos en el laboratorio. En artículos anteriores hemos dado algunos datos sobre análisis de suelos de esta región, realizados en este Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto, así como de algunas interesantes experiencias de campo realizadas por el Centro, que demuestran claramente la utilidad práctica de dicho conocimiento.

Hemos creído conveniente exponer en este número, para conocimiento de todos los labradores, en qué consiste, cómo se practica de un modo general y para qué sirve en concreto un análisis de un suelo agrícola.

La productividad de un suelo depende principalmente de la cantidad de elementos nutritivos que puede poner a disposición de las plantas, así como de las propiedades físicas del suelo, en especial de la proporción relativa de partículas de diferentes tamaños y del pH (grado de acidez o de alcalinidad del suelo). Entre los elementos nutritivos que las plantas toman del suelo se encuentran en primer lugar el *nitrógeno*, *fósforo* y *potasio*, que con la *materia orgánica* constituyen las sustancias nutritivas fundamentales del suelo. Son también elementos nutritivos importantes el *calcio* y el *magnesio*. Estos últimos y los anteriormente citados son los fertilizantes que ordinariamente se determinan en el análisis químico de la muestra de un suelo agrícola. Juntos a estos datos químicos fundamentales, otros como el *grado de acidez* y *contenido en carbonatos*, así como ciertas *propiedades físicas*, son de gran importancia para el conocimiento del suelo.

El *análisis químico* sirve para determinar el contenido en elementos nutritivos que tiene el suelo. Estos datos, junto con los derivados del estudio de las propiedades físicas, conocimiento del tipo de suelo, y de las necesidades de cada planta en elementos fertilizantes, permite al especialista establecer si la proporción de dichos elementos es adecuada o deficiente; pudiendo aconsejarse en consecuencia al agricultor las normas y dosis más conveniente para el abonado racional de sus campos en cada caso.

En los análisis ordinarios de suelos agrícolas en este Centro, se determinan: el *pH* (grado de acidez del suelo), *contenido en carbonatos*, *nitrógeno total*, *carbono y materia orgánica total*, *relación carbono-nitrógeno*, *fósforo asimilable*, *potasio asimilable*, *calcio de cambio* y *magnesio de cambio*. A estos datos químicos se añaden otros acerca de propiedades físicas, tales como *permeabilidad*, *estabilidad de las estructuras*, *porosidad* y, en casos importantes, un detenido *análisis mecánico*. En casos especiales interesa también la determinación de oligoelementos, tales como hierro, manganeso, boro, molibdeno, cobalto, etc. Otras veces (caso muy importante de los suelos de marismas y zonas próximas) se determina además, por su extraordinario interés, el contenido del suelo en las llamadas *sales solubles*: sulfatos, cloruros, carbonatos, bicarbonatos, nitratos, sodio, potasio, etc.

Es condición indispensable que debe reunir todo análisis de una muestra agrícola el que los *métodos elegidos* sean rápidos, sencillos y precisos, ya que estas circunstancias favorecen la exactitud y permiten dar los resultados a los agricultores en el menor plazo posible. Todos los detalles, desde que la muestra entra en el laboratorio hasta la emisión del informe correspondiente, deben ir dirigidos a estos fines.

A continuación se comentan algunos aspectos generales del trabajo en los laboratorios de este Centro.

Una vez hecho el registro de la muestra que llega al laboratorio, se procede a su preparación: Primeramente se pone a secar en secaderos al efecto en condiciones adecuadas. El personal encargado de esta labor sabe perfectamente cuándo conviene desmenuzar el suelo previamente para facilitar la trituration. Después de seco y triturado suavemente se pasa por tamiz de 2 mm. al objeto de separar la grava. Del producto que ha pasado por el tamiz se separa la muestra media, una porción de unos 200 gramos, cantidad más que suficiente para un análisis ordinario. En la muestra así preparada se realizan las diferentes determinaciones físicas y químicas.

Los *métodos empleados* para estas determinaciones no pueden ser los mismos en todos los países ya que han de ajustarse a los caracteres generales de los tipos de suelos más frecuentes, y estos difieren mucho de unas a otras regiones de la tierra. En cada caso los métodos han de ser los más adecuados a los suelos del país, por lo que han de ser cuidadosamente investigados y estudiados. En este Centro de Edafología y Biología Aplicada se siguen los métodos que se han establecido por el Instituto de Edafología del Consejo Superior de Investigaciones Científicas como más apropiadas para las características de la mayoría de nuestros suelos, a la vez que cumplen las condiciones de rapidez y exactitud, exigibles en determinaciones de esta naturaleza.

La determinación de la *textura física* cuando se realiza por persona que ha adquirido la suficiente especialización por la práctica, puede llegar a límites de aproximación que a primera vista parecen insospechados. Por su textura se clasifican los suelos en *arenosos*, *areno-limosos*, *limo-arenosos*, *limosos*, *limo-arcillosos*, *arcillo-limosos* y *arcillosos*, según la proporción aproximada de sus componentes granulados de distinto tamaño. Cuando interesa conocer exactamente la proporción de cada una de las fracciones del suelo se realiza un *análisis mecánico* que nos da con precisión el tanto por ciento de arena gruesa, arena fina, limo y arcilla de la muestra. El análisis mecánico requiere operaciones previas como son: secado de la muestra para determinar humedad; eliminación de materia orgánica; de carbonatos y sulfatos, si los tiene y es necesario; dispersión, con un agente adecuado; todo lo cual hace que sea una determinación laboriosa que no se realiza en todas las muestras (salvo en casos especiales) ya que por otra parte la determinación de la textura física, si se ha realizado por persona muy experta da una idea suficientemente aproximada en la mayoría de los casos de la proporción de las diferentes fracciones. La medida del *pH* (*acidez del suelo*) se realiza mediante aparatos especiales que permiten obtener el conocimiento de la acidez del suelo por el valor del pH obtenido en suspensiones o pastas preparadas mezclando el suelo con agua o con soluciones salinas variadas.

La determinación de *carbonatos*, cuya proporción influye fuertemente en el pH y saturación en calcio del suelo, se realiza con diversos tipos de cálcímetros rápida, cómodamente, y con la exactitud necesaria para una determinación de este tipo.

El *nitrógeno total* se determina por el procedimiento general de Kjeldahl, convenientemente preparado, y adaptado para hacer las determinaciones en serie. En las condiciones naturales, las plantas absorben el nitrógeno casi exclusivamente al estado de nitratos, los cuales se encuentran en la solución nutritiva del suelo bajo las formas de nitrato cálcico y sódico principalmente. Tanto el nitrógeno contenido en la materia orgánica del suelo, como el nitrógeno amoniacal, son transformados por la nitrificación en sales nítricas asimilables; por lo tanto, en el laboratorio, debe determinarse el nitrógeno total.

La *materia orgánica* se encuentra en el suelo en

forma de humus, esto es, materia orgánica transformada en productos fácilmente asimilables por las plantas, y de restos orgánicos no descompuestos, pero que por el proceso de la humificación pueden transformarse en humus. La determinación de materia orgánica es de las más importantes a realizar en el laboratorio. La materia orgánica contiene la reserva más importante de nitrógeno del suelo, es fundamental para la vida de los microorganismos, influye fuertemente en la textura y otras propiedades físicas y toma parte importante en fenómenos de cambio de elementos fertilizantes. En la determinación de materia orgánica interesa un procedimiento que nos dé la materia orgánica total: humus y restos orgánicos en vías de humificación. El que seguimos en este Centro, fundado en la oxidación de la materia orgánica, permite la determinación de numerosas muestras en serie, en tiempo de pocas horas.

Las determinaciones de *potasio y fósforo* son seguramente las más delicadas y de las que han ofrecido más dificultades. El fósforo se encuentra en el suelo en forma de muy distinta solubilidad, ya combinado con la materia orgánica, ya principalmente en forma de fosfatos minerales solubles o de compuestos difícilmente solubles o insolubles. Es un hecho bien comprobado que el ácido fosfórico, soluble en agua, tiene tendencia a transformarse en el suelo en compuestos insolubles y por consiguiente poco accesibles a las raíces. Investigaciones realizadas en nuestros laboratorios han demostrado que cantidades muy importantes (hasta del 50 por 100) del fósforo soluble añadido como abono a ciertos tipos de suelos, puede quedar fuertemente insolubilizado en el plazo de muy pocos días. Las plantas absorben fácilmente por sus raíces aquellas formas del fósforo fácilmente solubles. Sin embargo, por acción de los jugos segregados por las raíces, pueden las plantas absorber por contacto directo otras formas de fósforo, solubilizando pequeñas cantidades de fosfatos pocos solubles. Las distintas plantas no se comportan a este respecto de la misma manera. Se comprende por estas razones la gran dificultad que supone elegir un método que se comporte frente a nuestros tipos de suelos de un modo aproximadamente semejante a como lo hacen las plantas. Se trata en suma de *elegir un método que extraiga de la muestra no todo el fósforo que ésta tiene, sino aquel que la planta sería capaz de tomar en el campo*, es decir, el llamado *fósforo asimilable*.

En cada país se ha elegido por esta razón el método que se juzga más apropiado para la determinación de este fósforo asimilable. El Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal ha realizado importantes investigaciones en este sentido en suelos españoles, que han conducido al establecimiento de los métodos más adecuados.

Análogas consideraciones pueden hacerse sobre la dificultad e importancia de la elección del método más apropiado en cada caso para la determinación del *Potasio asimilable*. Las soluciones extractoras empleadas en este Centro para la determinación de fósforo y potasio asimilables son las que se han encontrado más apropiadas para los suelos españoles. En la determinación se sigue la norma habitual de extracción con una relación suelo-solución perfectamente determinada, en tiempo rigurosamente establecido, filtración y determinación en el extracto obtenido.

La misma solución extractora empleada para el potasio, permite la extracción del calcio y magnesio de cambio. La medida de estos elementos en los extractos obtenidos se realiza por métodos colorimétricos (fósforo y magnesio) y por fotometría de llama (potasio y calcio).

Para los fines internos del laboratorio, los resultados obtenidos en los análisis se expresan en mgs./100 gramos de suelo. Sin embargo, en los informes destinados al agricultor el Centro les da en Kg./Ha; (lo mismo que la cantidad de abono que debe adicionar). Para pasar de uno a otro resultado, basta multiplicar por 30 el número de mgrs./100 gr. obtenido en el laboratorio, como puede deducirse fácilmente tomando como densidad media del suelo 1,5 y una profundidad de 20 cm. para la capa arable del mismo.

A continuación se dan como ejemplo los resultados del análisis de algunas muestras elegidas al azar entre las estudiadas durante el pasado año:

Muestras Núm.	275	306	333
Textura	limo-arcillosa	arcillosa	arenosa
pH (cloruro potásico).	4,82	6,80	6,08
pH (agua)...	5,90	7,88	6,85
Materia orgánica...	1,62 %	1,01 %	1,14 %
Carbono ...	0,94 %	0,59 %	0,66 %
Nitrógeno...	0,09 %	0,09 %	0,14 %
C/N...	10,4	6,5	4,7
Carbonato cálcico...	1,63 %	39,6 %	no tiene
Anhidrido fosfórico ...	2,1 mg %	6,5 mg %	8 mg %
Potasio...	12 mg %	20 mg %	25 mg %
Calcio...	90 mg %	500 mg %	120 mg %
Magnesio ...	1,2 mg %	1,2 mg %	no tiene

Como para decidir sobre métodos de fertilización hay que tener en cuenta muchos factores distintos de la composición del suelo, los resultados del análisis químico, con ser indispensables, no son suficientes para dictaminar de un modo exacto la cantidad de fertilizantes más conveniente en cada caso.

Junto a estos datos, hay que tener presente los correspondientes a las propiedades del suelo en cuestión. Es por otra parte, de gran importancia, y prácticamente de un interés primordial, el conocimiento de la historia o antecedentes de cada suelo, es decir, su localización exacta, régimen de cultivos y abonados en los últimos años, orientación, inclinación, comportamiento frente al agua (drenaje fácil, encharcamiento, etc.), principales dificultades observadas, etc.

Por esta causa este Centro ha editado un impreso que contiene un pequeño formulario a rellenar por el agente de toma de muestra o por el agricultor, y cuyo envío al laboratorio, debidamente cumplimentado y juntamente con la muestra, encarecemos a todos los labradores. Bien cumplimentados estos extremos, el informe emitido por el laboratorio, se ajustará más estrictamente a la realidad.

Una vez realizado los análisis físicos y químicos de la muestra, los datos obtenidos, así como los antecedentes del suelo, pasan al especialista encargado de su interpretación; el cual, a la vista de todos ellos y de los datos generales que el laboratorio posee de los suelos de la región, elabora el informe sobre el estado de fertilidad, normas y dosis de abonado y cultivos, etcétera, que se envía al agricultor. Teniendo en cuenta que la preparación y secado de la muestra exige un tiempo medio de unas 48 horas, la evacuación del informe completo por el laboratorio se hace en un plazo máximo de cuatro días.

Este Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto, tiene dispuestas instalaciones para realizar en serie numerosas determinaciones de esta clase. En la actualidad pueden salir de nuestros laboratorios diez mil análisis e informes anuales, capacidad que podría doblarse en caso necesario.

Teniendo en cuenta la excepcional importancia agrícola de esta región, las nuevas instalaciones, cuya construcción se acometerá en un futuro próximo, se proyectan para poder realizar 60.000 estudios anuales de este tipo.

En el primer año de su funcionamiento, este Centro ha realizado más de 400 estudios e informes para agricultores, número realmente insignificante frente al que reclaman las necesidades de nuestros campos y la importancia de la agricultura sevillana, pero que es un claro exponente del interés que esta clase de estudios ha despertado entre los agricultores.

Una vez más este Centro, situado en el Cortijo de Cuarto, recomienda a los agricultores andaluces la inclusión entre sus buenas prácticas de cultivo de una nueva e importante: *"la toma previa de muestras de sus suelos y su envío al laboratorio para análisis e informe"*.

Centro de Edafología y Biología Aplicada del Cuarto. Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Granja Escuela de Agricultura de la Diputación Provincial.